Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México,
Serie Zoología 74(2): 195-201. 2003

Identificación del hábitat de ocho especies de aves tropicales mediante análisis de regresión, en Los Tuxtlas, Veracruz, México

JORGE H. VEGA RIVERA*
JOHN H. RAPPOLE**
PATRICIA ESCALANTE***

Resumen. Se utilizó análisis de regresión múltiple como instrumento para identificar las características estructurales más relevantes de la vegetación, para explicar la abundancia de *Phaethornis superciliosus, Momotus momota, Mionectes oleagineus, Thryothorus maculipectus, Henicorhina leucosticta, Basileuterus culicivorus, Habia rubica* y *H. fuscicauda* en las tierras bajas (< 600 m) de Los Tuxtlas. Por procesamiento de una imagen de satélite tipo "Landsat," seleccionamos 21 sitios, identificados como vegetación secundaria baja (<3 m de altura), vegetación secundaria alta (3 – 10 m de altura), y bosque (>10 m de altura). Durante enero-febrero de 1993, estos sitios fueron muestreados para determinar la composición y abundancia de aves y la estructura de la vegetación. El análisis sugiere que las ocho especies consideradas son propias de bosques tropicales maduros, pero aceptan condiciones de alteración, siempre y cuando se mantenga el estrato arbóreo.

Palabras clave: asociación al hábitat, Los Tuxtlas, análisis de regresión

Abstract. Regression analysis was utilized to determine which habitat characteristics were relevant in explaining the abundance of *Phaethornis superciliosus, Momotus momota, Mionectes oleagineus, Thryothorus maculipectus, Henicorhina leucosticta, Basileuterus culicivorus, Habia rubica* and *H. fuscicauda* in Los Tuxtlas. Study sites were selected through a stratified random process from a pool of all 1km^2 blocks located within 5 km of a road. Blocks were classified into three categories: low second growth (<3 m tall), tall second growth, and forest (> 10 m tall). During January-February 1993, we sampled the bird community and determined the vegetation structure. Our analysis suggested that the eight spe-

* Unidad Occidente, Instituto de Biología, UNAM, Apartado postal 10, Colima 48000, Colima, México. jhvega@ibiologia.unam.mx
** Smithsonian Conservation and Research Center, 1500 Remount Road, Front Royal, VA 22630, USA.
*** Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM, Apartado postal 70-153, 04511 México, D.F.

cies are predominantly forest species, but they may accept alterations, if the arboreal stratum is maintained.

Key words: habitat association, Los Tuxtlas, regression analysis

Introducción

La Sierra de Los Tuxtlas, localizada en la costa del Golfo, al sur de Veracruz, México, representa el bosque tropical lluvioso más norteño del hemisferio occidental (Dirzo & García 1992). Como muchas otras áreas tropicales en el continente, la región de Los Tuxtlas ha experimentado una deforestación relativamente rápida en las cuatro últimas décadas. Como resultado, para 1986 se estimó que sólo permanecía el 16% del bosque original (Dirzo & García 1992).

Como en otros taxa, la diversa avifauna en la región de Los Tuxtlas, estimada en 405 especies residentes y migratorias (Schaldach & Escalante-Pliego 1997), está siendo afectada por la destrucción de los hábitats naturales. Winker (1997) estimó que en Los Tuxtlas hay 30 especies en peligro (*i.e.* especies que probablemente desaparecerán de la región en un futuro cercano), y 55 especies amenazadas (*i.e.* especies cuya presencia a largo plazo en Los Tuxtlas es cuestionable). No obstante esta situación crítica, conocemos muy poco acerca de las necesidades de hábitat de la avifauna de esta región. La mayor parte de la información publicada sobre la relación de las aves con el hábitat son referencias generales al tipo de vegetación, *i.e.* "bosque," "vegetación secundaria," "pastizal" etc. Utilizamos aquí análisis de regresión múltiple como instrumento para identificar las características estructurales más relevantes de la vegetación, para explicar la abundancia de *Phaethornis superciliosus*, *Momotus momota*, *Mionectes oleagineus*, *Thryothorus maculipectus*, *Henicorhina leucosticta*, *Basileuterus culicivorus*, *Habia rubica* y *H. fuscicauda*. Estas especies se eligieron por ser las más abundantes en la zona de estudio y por representar diferentes gremios alimenticios. En este análisis asumimos que la presencia de una especie en cierto sitio está relacionada con la estructura de la vegetación (Whitmore 1981) y que el uso de redes de niebla provee un índice para comparar la abundancia de especies del sotobosque (Rappole *et al.* 1998).

Métodos

El estudio se llevó a cabo en las tierras bajas (<600 m) de la región de los Tuxtlas, durante el periodo no-reproductivo, en los meses de enero-febrero de 1993. Esta región, de aproximadamente 4200 km^2, se localiza en el Golfo de México, en el lado occidental del Istmo de Tehuantepec, al sur de Veracruz. Es una región montañosa de origen volcánico, aislada de la Sierra Madre Oriental por extensas

áreas de tierras bajas. La región estaba originalmente cubierta por selva alta perennifolia, pero actualmente la deforestación ha causado cambios profundos, la selva alta perennifolia se restringe a fragmentos de diferentes tamaños. Para una descripción detallada de la región, véase González Soriano *et al*. (1997).

Diseño del muestreo. Una imagen de satélite "Landsat" tomada en 1989 fue procesada para agrupar los hábitats en tres categorías: (1) vegetación secundaria baja (<3 m de altura), (2) vegetación secundaria alta (3 – 10 m de altura), y (3) bosque (>10 m de altura). Del total de parcelas homogéneas de al menos 1 km^2 en tamaño, se seleccionaron 7 sitios en cada categoría a través de un muestreo al azar estratificado. La selección de los 21 sitios estuvo condicionada a la presencia de rutas de acceso vehicular a los sitios dentro de un radio de 5 km. Durante el año en el que se obtuvieron los datos que se presentan en este trabajo, los sitios de muestreo se localizaron en los municipios de Magallanes (18°21.9'N: 94° 46.6'O, 400 msnm, 13 sitios) y Montepío (18°38'N:95°4.5'O, 100 msnm, 8 sitios).

Muestreo de la vegetación. En cada uno de los sitios, la estructura de la vegetación fue caracterizada utilizando el método propuesto por James & Shugart (1970), que consiste en posesionar en cada sitio 5 círculos de 22.5 m de diámetro (105 círculos en total). En cada círculo estimamos el porcentaje de cobertura del dosel y del suelo, contamos el número de tallos herbáceos <8 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) en dos transectos perpendiculares de 22.5 m, estimamos la altura promedio de los cuatro árboles más altos, contamos todos los árboles y medimos su DAP agrupándolos en 4 categorías: 9-16 cm, 17-32 cm, 33-48 cm, y >48 cm.

Muestreo de aves. La abundancia relativa de las aves en cada uno de los sitios, se obtuvo mediante el uso de redes de niebla (4 barras, 12 X 2.6 m, 36-mm malla). En cada sitio se colocaron 13 redes en líneas de 2-3 redes separadas por 25 m, cubriendo una área aproximada de 1 ha; las redes fueron abiertas por un total de 250 h/red (cerca de 2 días). Todas las aves capturadas fueron anilladas con bandas numeradas de aluminio. El muestreo de aves totalizó 5271 hr/red.

Análisis estadístico. Para determinar la influencia de las variables estructurales de la vegetación en la variable respuesta, número de capturas, utilizamos análisis de regresión múltiple. La selección de los modelos se llevó a cabo mediante el método de "stepwise." El nivel de significación para adicionar o remover variable fue de 0.1. Además, utilizamos el análisis de residuales para detectar desviaciones de los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad de los errores del modelo y para aislar los datos de alta influencia. La multicoliarinidad (i.e. correlación alta de las variables) fue examinado mediante el análisis de la varianza de los vectores de inflación, así como mediante análisis de correlación entre las variables. Si las variables del modelo seleccionado no cumplían con los supuestos de homocedasticidad y normalidad, eliminamos las variables altamente

correlacionadas y/o eliminamos los datos altos de influencia, y la selección de modelos fue repetida en los datos corregidos. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa SAS, Versión 6.0.

Resultados

Los modelos de regresión lineal finales para cada uno de las especies examinadas se muestran en el Cuadro 1. Un análisis de cada especie se presenta a continuación.

Phaethornis superciliosus. Se capturaron 24 individuos en sitios con una densidad de <100000 tallos/ha, de 250-700 árboles "9-16 cm"/ha, <20 árboles "33-48 cm"/ha, y una cobertura del dosel >50%. Esta última variable explicó el 53% de la variación en capturas.

Momotus momota. Se capturaron 12 individuos en sitios con una densidad de <30 árboles "33-48 cm"/ha y una cobertura del dosel >50%. Esta última explicó el 49% de la variación en capturas.

Mionectes oleagineus. Se capturaron 20 individuos en sitios con una densidad de 260-700 árboles "9-16 cm"/ha y 10-45 árboles "33-48 cm"/ha. Esta última explicó el 69% de la variación en capturas.

Thryothorus maculipectus. Se capturaron 21 individuos en sitios con una densidad >100000 tallos/ha, <50 árboles "17-32 cm"/ha, y una cobertura del dosel >50%. La densidad de tallos explicó el 78% de la variación en capturas.

Cuadro 1. Modelos de regresión múltiple para las especies seleccionadas, Los Tuxtlas, Veracruz, 1993

Especie	Modelo	Significancia
Phaethornis superciliosus	0.001TT – 0.002AC –0.044AG + 0.46CD	$R^2 = 0.79$; $P < 0.05$
Momotus momota	0.210CD + 0.032AG	$R^2 = 0.85$; $P < 0.001$
Mionectes oleagineus	0.002AG + 0.060AC	$R^2 = 0.76$; $P < 0.05$
Thryothorus maculipectus	0.001TT – 0.010AM + 0.015CD	$R^2 = 0.87$; $P < 0.05$
Henicorhina leucosticta	0.196AA	$R^2 = 0.62$; $P < 0.001$
Basileuterus culicivorus	0.027AE – 0.027CS – 0.001TT	$R^2 = 0.93$; $P < 0.001$
Habia rubica	0.071AA	$R^2 = 0.31$; $P < 0.001$
Habia fuscicauda	0.004AM	$R^2 = 0.80$; $P < 0.001$

TT = número de tallos herbáceos <8 cm
AC = número de árboles 9-16 cm dap
AM = número de árboles 17-32 cm dap
AG = número de árboles 33-48 cm dap
AE = número de árboles >48 cm dap
CS = porcentaje de cobertura suelo
CD = porcentaje cobertura dosel
AA = altura máxima del dosel

Henicorhina leucosticta. Se capturaron 27 individuos en sitios con altura del dosel máxima de 9 a 30 m. Esta única variable explicó el 62% de la variación en capturas.

Basileuterus culicivorus. Se capturaron 14 individuos en sitios con una densidad de 50000 -90000 tallos/ha, 10-70 árboles ">48 cm"/ha, y una cobertura del suelo entre 30-70%. La densidad de árboles explicó el 71% de la variación en capturas.

Habia rubica. Se capturaron 11 individuos en sitios con altura del dosel máxima entre 17-30 m. Esta única variable explicó el 31% de la variación en capturas.

Habia fuscicauda. Se capturaron 30 individuos en sitios con una densidad de 150-300 árboles "17-32 cm"/ha. Esta única variable explicó el 80% de la variación en capturas.

Discusión

Los resultados concuerdan con asociaciones generales al hábitat descritas en guías de campo (Ridgely & Gwynne 1989, Howell & Webb 1995, AOU 1998). *P. superciliosus* es una especie asociada al interior y bordes de bosques maduros. En Los Tuxtlas, cuatro variables fueron predictoras importantes del hábitat de esta especie; de ellas, la densidad de tallos fue la más importante. Los resultados sugieren una afinidad de este colibrí por vegetación secundaria de >8 m de altura, o bosques maduros alterados.

M. momota está asociada con bosques abiertos, huertos y vegetación secundaria. En Los Tuxtlas, el patrón de capturas de esta especie se correlacionó positivamente con valores de cobertura del dosel y densidad de árboles grandes característicos de los bosques maduros y de la vegetación secundaria de >8 m de altura.

M. oleagineus ha sido reportada en el interior y bordes de bosque abierto, vegetación secundaria y huertas. En los Tuxtlas las variables predictoras para este mosquero lo asocian con vegetación secundaria de >8 m.

T. maculipectus ha sido asociada con el interior y bordes de bosque, vegetación secundaria y zonas arbustivas. En Los Tuxtlas, el número de capturas se explica primariamente por la densidad de tallos. Esta especie se encontró en bosques y vegetación secundaria alta con un sotobosque denso.

H. leucosticta es un pájaro del interior y bordes de bosques maduros. En Los Tuxtlas, el modelo seleccionado para esta especie predijo más capturas con el incremento de la altura del bosque. Esta especie se encontró principalmente en bosques maduros, aunque algunos individuos fueron atrapados en sitios con vegetación secundaria alta.

B. culicivorus se ha registrado en bosques, vegetación secundaria y huertas. En Los Tuxtlas el número de capturas estuvo correlacionado positivamente con densidad de árboles muy grandes y negativamente con densidad de tallos y cobertura del suelo. Esta combinación de variables ocurrió en sitios con bosques maduros.

H. rubica ha sido asociada con bosques maduros, vegetación secundaria, y zonas de matorrales. En Los Tuxtlas, el modelo seleccionado para esta especie predice mayores capturas con el incremento de la altura del dosel. Sin embargo, el modelo explicó solamente el 31% de la variación en las capturas.

H. fuscicauda ha sido asociada con vegetación secundaria, bordes de bosque, y huertas. En Los Tuxtlas, capturas de esta especie se correlacionaron positivamente con valores altos de densidad de árboles medianos, en bosques maduros y vegetación secundaria alta.

Conclusiones

El uso del análisis estadístico multivariado es una técnica exploratoria importante en la búsqueda de patrones de asociación entre la fauna y los hábitats. Si éstas técnicas son usadas incorrectamente, pueden producir resultados equivocados y mala interpretación de patrones (Rexstad *et al.* 1988). Nuestros resultados concuerdan con descripciones generales previas de las especies analizadas; sin embargo, algunos problemas fueron detectados. No obstante el esfuerzo (5271 hr/red), el tamaño de muestra de la mayoría de las especies no fue suficiente para utilizar las técnicas del análisis de regresión. Segundo, la correlación alta entre variables fue frecuente y resultó en algunos casos en la selección de modelos con pocas variables y, en algunos casos, con poco poder. En nuestro análisis es evidente que las ocho especies consideradas son propias de bosques tropicales maduros, que pueden usar también en condiciones de alteración pero siempre y cuando se mantenga el estrato de árboles grandes. Estas especies también se presentaron en selvas secundarias, pero principalmente en aquellas de más de 8 m de altura.

Agradecimientos. Este trabajo fue financiado parcialmente por la National Fish and Wildlife Foundation y el U.S.A.I.D. Agradecemos el apoyo en el trabajo de campo de Rebecca Scholl, Fernando Puebla y David King.

Literatura citada

AOU (AMERICAN ORNITHOLOGISTS' UNION). 1998. *Check-list of North American Birds*. 7th edition. American Ornithologists' Union, Washington, D. C.

DIRZO, R. & M. C. GARCÍA. 1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in southeast Mexico. *Conservation Biology* 6:84-90.

GONZÁLEZ SORIANO, E., R. DIRZO & R. C. VOGT (eds.). 1997. *Historia Natural de los Tuxtlas*. Instituto de Biología e Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, y CONABIO, México, D. F.

HOWELL, S. N. G. & S. WEBB. 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, New York.

JAMES, F. C. & H. H. SHUGART, JR. 1970. A quantitative method of habitat description. *Audubon Field Notes 24*:727-736.

RAPPOLE, J. H., K. WINKER & G. V. N. POWELL. 1998. Migratory bird habitat use in southern Mexico: mist nets versus point counts. *Journal of Field Ornithology 69*:635-643.

REXSTAD, E. A., D. D. MILLAR, C. H. FLATHER, E. M. ANDERSON, J. W. HUPP, & D. R. ANDERSON. 1988. Questionable multivariate statistical inference in wildlife habitat and community studies. *Journal of Wildlife Management 52*:794-798.

RIDGELY, R. S. & J. A. GWYNNE. 1989. *A guide to the birds of Panama with Costa Rica, Nicaragua, and Honduras*. Princeton University Press, New Jersey.

SCHALDACH, W. J. JR. & P. ESCALANTE-PLIEGO. 1997. Lista de aves. *In*: E. González Soriano, R. Dirzo & R. C. Vogt (eds.) *Historia natural de Los Tuxtlas*. Instituto de Biología e Instituto de Ecologia, Universidad Nacional Autónoma de México, y CONABIO, México, D. F., pp.571-588.

WHITMORE, R. C. 1981. *Applied aspects of choosing variables in studies of bird habitats*. *In*: D. E. Capen (ed.) *The use of multivariate statistics in studies of wildlife habitats*. United States Forest Service, Gen. Tech. Rep. RM-87, pp. 38-41.

WINKER, K. 1997. Introducción a las aves de Los Tuxtlas. *In*: E. González Soriano, R. Dirzo & R. C. Vogt (eds.) *Historia natural de Los Tuxtlas*. Instituto de Biología e Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, y CONABIO, México, D. F., pp. 535-540.

Recibido: 16. V. 2003
Aceptado: 14. VIII. 2003